

# HB

## 中华人民共和国航空航天工业部 航空工业标准

HB/Z 18-90

---

指导性技术文件

碳素、合金钢丝制圆柱螺旋压缩  
拉伸弹簧的设计与制造

---

1990—09—18 发布

1990—12—01 实施

中华人民共和国航空航天工业部

批准

## 目 次

1	主题内容与适用范围	(1)
2	引用标准	(1)
3	术语名称、符号及计算公式	(1)
3.1	弹簧的寿命分类	(1)
3.2	术语, 符号及计算公式	(2)
4	技术内容	(5)
4.1	弹簧材料, 适用工作温度	(5)
4.2	常温和高温下的许用应力	(6)
4.3	工作温度对弹簧性的影响	(7)
4.4	弹簧的旋绕比 $C$ 与曲度系数 $k$	(7)
4.5	螺旋角 $\alpha$ 超过 $9^\circ$ 时的变形量	(8)
4.6	弹簧的典型工作图	(10)
4.7	初拉力	(12)
4.8	弹簧的稳定性	(12)
4.9	弹簧的固有频率及其校核	(13)
4.10	弹簧的一般技术要求	(14)
4.11	弹簧设计图样应填写的主要技术要求	(14)
4.12	弹簧的强压处理	(15)
4.13	弹簧的立定处理	(15)
4.14	弹簧的加温加荷时效处理	(15)
4.15	弹簧的疲劳试验	(16)
附录A	弹簧的设计计算示例	(17)

碳素、合金钢丝制圆柱螺旋  
压缩、拉伸弹簧设计与制造

HB/Z 18-90

代替 HB/Z 18-83

1 主题内容与适用范围

本指导性技术文件规定了压缩、拉伸弹簧的设计与制造、技术要求。

本指导性技术文件适用于材料为IIa组、50CrVA、65Si2MnWA圆截面冷拉钢丝制圆柱螺旋压缩弹簧和IIa组、65Si2MnWA制圆柱螺旋拉伸弹簧。

2 引用标准

GB 5218	硅锰弹簧钢丝
GB 5220	阀门用铬钒弹簧钢丝
HB 3-51~53	碳素、合金钢丝制圆柱螺旋压缩弹簧
HB 3-54~55	碳素、合金钢丝制圆柱螺旋拉伸弹簧
HB 3-56	碳素、合金钢丝制圆柱螺旋压缩、拉伸弹簧技术条件
YB 248	碳素弹簧钢丝

3 术语名称、符号及计算公式

3.1 弹簧的寿命分类

3.1.1 一类寿命弹簧

此类弹簧承受工作循环次数大于  $10^5$ 。

3.1.2 二类寿命弹簧

此类弹簧承受工作循环次数为  $10^3 \sim 10^5$ 。

3.1.3 三类寿命弹簧

此类弹簧承受工作循环次数小于  $10^3$ 。

## 3.2 术语、符号及计算公式

术语、符号及计算公式按表1。

表1

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
1	最大许用载荷	$P$	$P = \frac{\pi d^3}{8DK} [\tau]$	N	
2	拉伸弹簧的初拉力	$P_0$	$P_0 = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_0$	N	$\tau_0$ 按图5选取
3	最小工作载荷	$P_1$	$P_1 = \frac{F_1}{F_2} P_2$ $P_1 = \frac{F_1}{F_2} (P_2 - P_0) + P_0$	N	$P_1 (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}) P_2$
4	最大工作载荷	$P_2$	$P_2 = \frac{K_t G d^4}{8D^3 n} F_2$ $P_2 = \frac{G d^4}{8D^3 n} F_2 + P_0$	N	$P_2 \leq P$
5	高温弹簧在常温下测量之最大许用载荷	$P_c$	$P_c = \frac{P_g}{K_t}$	N	
6	高温弹簧的最大许用载荷	$P_g$	$P_g = \frac{[\tau_g]}{[\tau]} P$	N	$(\tau_g)$ 为高温弹簧的许用应力
7	高温弹簧在常温下测量之最大工作载荷	$P_{2c}$		N	$P_{2c} \leq P_c$
8	高温弹簧的最大工作载荷	$P_{2g}$		N	$P_{2g} \leq P_g$
9	极限载荷	$P_3$		N	
10	弹簧刚度	$P'$	$P' = \frac{P_2 - P_1}{F_2 - F_1} = \frac{K_t G d^4}{8D^3 n}$ $P' = \frac{P_2 - P_0}{F_2}$	N/mm	
11	许用应力	$[\tau]$		MPa	
12	屈服极限	$\tau_s$		MPa	IIa组 $\tau_s = 0.45 \sigma_b$ 50CrVA $\tau_s = 0.51 \sigma_b$ 65Si2MnWA $\tau_s = 0.48 \sigma_b$
13	最小工作应力	$\tau_1$	$\tau_1 = \frac{8DK}{\pi d^3} P_1$	MPa	
14	最大工作应力	$\tau_2$	$\tau_2 = \frac{8DK}{\pi d^3} P_2$	MPa	$\tau_2 \leq [\tau]$

续表 1

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
15	极限应力	$\tau_3$	$\tau_3 = 1.25[\tau]$	MPa	压簧 $\tau_3 \leq \tau_s$ 拉簧 $\tau_3 \leq 0.8\tau_s$
16	最大许用载荷下的单圈变形量	f	$f = \frac{8PD^3}{Gd^4}$	mm	用于高温弹簧 用于有初拉力的拉伸弹簧
			$f = \frac{8P_2D^3}{K_t Gd^4}$		
			$f = \frac{8(P-P_0)D^3}{Gd^4}$		
17	最小工作载荷下的单圈变形量	f <sub>1</sub>	$f_1 = \frac{8P_1D^3}{Gd^4}$	mm	用于高温弹簧 用于有初拉力的拉伸弹簧
			$f_1 = \frac{8P_{12}D^3}{K_t Gd^4}$		
			$f_1 = \frac{8(P-P_0)D^3}{Gd^4}$		
18	最大工作载荷下的单圈变形量	f <sub>2</sub>	$f_2 = \frac{8P_2D^3}{Gd^4}$	mm	f <sub>2</sub> ≤ f 用于高温弹簧 用于有初拉力的拉伸弹簧
			$f_2 = \frac{8P_{22}D^3}{K_t Gd^4}$		
			$f_2 = \frac{8(P_2-P_0)D^3}{Gd^4}$		
19	极限载荷下的单圈变形量	f <sub>3</sub>	f <sub>3</sub> = 1.25f (或 1.2f)	mm	
20	最大许用载荷下变形量	F	F = f · n	mm	
21	最小工作载荷下变形量	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> = f <sub>1</sub> · n	mm	
22	最大工作载荷下变形量	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> = f <sub>2</sub> · n	mm	F <sub>2</sub> ≤ F
23	弹簧工作行程	h	h = F <sub>2</sub> - F <sub>1</sub>	mm	
24	极限载荷下的变形	F <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> = 1.25F (或 1.2F)	mm	
25	钢丝直径	d	$d = \sqrt[3]{\frac{8DK}{\pi[\tau]} p_2}$	mm	$d \approx 1.817D^{0.275} p^{0.362}$ d 按 GB.YB 规定
26	弹簧中径	D		mm	
27	弹簧外径	D <sub>w</sub>	D <sub>w</sub> = D + d	mm	
28	弹簧内径	D <sub>n</sub>	D <sub>n</sub> = D <sub>w</sub> - 2d	mm	

续表1

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
29	全压缩时的弹簧外径	$D'_w$	$D'_w = \sqrt{D_w^2 + 0.1t^2}$	mm	
30	最大工作载荷下的圈间余隙	$\delta$	$\delta = 0.25f_2 \geq 0.2$	mm	用于加温加荷时效的弹簧
			$\delta = 0.1d \geq 1.2$		
31	弹簧节距	$t$	$t = d + f_2 + \delta$	mm	
32	有效圈数	$n$	$n = \frac{Gd^4 F_2}{8P_2 D^3} = \frac{Gd^4 (F_2 - F_1)}{8(P_2 - P_1) D^3}$	/	$n \geq 2.5$
			$n = \frac{K_t Gd^4 F_2}{8P_{2g} D^3}$		用于高温弹簧
			$n = \frac{Gd^4 F_2}{8(P_2 - P_0) D^3}$		用于有初拉力的拉伸弹簧
33	支承圈数	$n_z$		/	$d \leq 3$ 时 $n_z = 2.5$ $d > 3$ 时 $n_z = 2$
34	总圈数	$n_1$	$n_1 = n + n_z$	/	
35	弹簧螺旋角	$\alpha$	$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{t}{\pi D}$	(°)	
36	压缩弹簧的自由高度	$H_0$	$H_0 = t n + (n_z - 0.5) d$	mm	两端磨平时
			$H_0 = H_b + F_2 + \delta \cdot n$		
37	拉伸弹簧的自由高度	$H_0$	$H_0 = d(n+1) + D_n$	mm	
38	压缩弹簧的安装高度	$H_1$	$H_1 = H_0 - F_1$	mm	
39	拉伸弹簧的安装高度	$H_1$	$H_1 = H_0 + F_1$	mm	
40	压缩弹簧在最大工作载荷下的高度	$H_2$	$H_2 = H_0 - F_2$	mm	
41	拉伸弹簧在最大工作载荷下的高度	$H_2$	$H_2 = H_0 + F_2$	mm	
42	压缩弹簧的压并高度	$H_b$	$H_b \approx (n_1 - 0.5d)$	mm	端面磨平 3/4 圈
			$H_b \approx (n_1 + 1)d$		端面不磨
43	压缩弹簧的展开长度	$L$	$L = \frac{\pi D n_1}{\cos \alpha}$	mm	
44	拉伸弹簧的展开长度	$L$	$L \approx \pi D n + \text{钩环展开长度}$	mm	

续表 1

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
45	拉伸弹簧质量	Q	$Q = \frac{\pi d^2 L \rho}{4}$	g	
46	压缩弹簧质量	Q	$Q = \frac{\pi^2 d^2 D (n_1 - 0.5) \rho}{4 \cos \alpha}$	g	两端磨平
47	常温下的剪切弹性模量	G		MPa	IIa组 G = 80400 50CrVA G = 79400 65Si2MnWA G = 74500
48	弹簧旋绕比	C	$C = \frac{D}{d}$	—	
49	曲度系数	K	$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$	—	
50	剪切弹性模量的温度修正系数	K <sub>t</sub>		—	
51	材料密度	ρ		g/cm <sup>3</sup>	钢 ρ = 7.85
52	弹簧高径比	b	$b = \frac{H_0}{D}$	—	两端固定 b ≤ 5.3 一端固定, 一端回转 时 b ≤ 3.7 两端回转 b ≤ 2.6

## 4 技术内容

### 4.1 弹簧材料、适用工作温度 弹簧材料、适用工作温度按表 2

表 2

材料牌号	材料技术条件	适用工作温度 °C	适用寿命类别
IIa 组	YB 248 — 64	-60 ~ +150	一般二、三类
50CrVA — L +ZY	GB5220 — 85	-60 ~ +180	一般一、二类
65Si2MnWA — L +ZY	GB5218 — 85	-60 ~ +230	一般二、三类

## 4.2 常温和高温下的许用应力

4.2.1 二类寿命压缩弹簧，其许用应力按表3。

表3

材料牌号	工作温度 ℃	钢丝直径 mm	许用应力 $[\sigma]$ MPa					
			0.2~0.8	>0.8~1.5	>1.5~2.5	>2.5~3	>3~3.5	>3.5~6
II <sub>a</sub> 组	-60~+60		843	726	647		569	
	+150		628	539	481		422	
50CrVA	-60~+60			667		608	588	549
	+180		—	569		520	500	471
65Si2MnWA	-60~+60		745					
	+180		637					
	+230		559					

4.2.2 二类寿命拉伸弹簧，其许用应力按表4。

表4

材料牌号	工作温度 ℃	钢丝直径 mm	许用应力 $[\sigma]$ MPa			
			0.2~0.8	>0.8~1.5	>1.5~3	>3~6
II <sub>a</sub> 组	-60~+60		716	618	549	481
	+150		539	461	412	363
65Si2MnWA	-60~+60		598			
	+180		510			
	+230		441			

4.2.3 对 50CrVA 制压缩弹簧用于一类寿命弹簧时,其许用应力取表 3 数值的 75%。

4.2.4 对三类寿命压缩弹簧的许用应力可取表 3 数值的 1.25 倍,但不得超过屈服极限  $\sigma_s$  值。

4.2.5 对三类寿命 11a 组拉簧的许用应力可取表 4 数值的 1.25 倍,但不得超过  $0.85\sigma_s$ 。

#### 4.3 工作温度对弹簧性能的影响

工作温度升高时,弹簧材料的许用应力及剪切弹性模量都要降低,因而弹簧所能承受的载荷  $P$  也要减少(即降低许用应力,见表 3、表 4)。在  $t^\circ\text{C}$  时的剪切弹性模量  $G_t$  按下式计算。

$$G_t = G \cdot K_t$$

式中:  $G_t$  —— 在  $t^\circ\text{C}$  时的剪切弹性模量 MPa;

$K_t$  —— 在  $t^\circ\text{C}$  时的剪切弹性模量修正系数,见表 5

表 5

工作温度 $^\circ\text{C}$	-60 ~ +60	+150	+180	+230
$K_t$	1	0.97	0.96	0.95

#### 4.4 弹簧的旋绕比 $C$ 与曲度系数 $K$

4.4.1 弹簧的旋绕比  $C$  一般取 4 ~ 25,最佳值可参考表 6 选取。

表 6

钢丝直径 $d$ mm	0.2 ~ 0.4	> 0.4 ~ 1.0	> 1.0 ~ 2.0	> 2 ~ 6	> 6
$C = \frac{D}{d}$	7 ~ 14	5 ~ 14	5 ~ 12	4 ~ 10	3 ~ 8

4.4.2 弹簧的曲度系数  $K$  取决于旋绕比  $C$ ,并与钢丝截面形状有关。对于圆截面时可按图 1 或按公式计算。

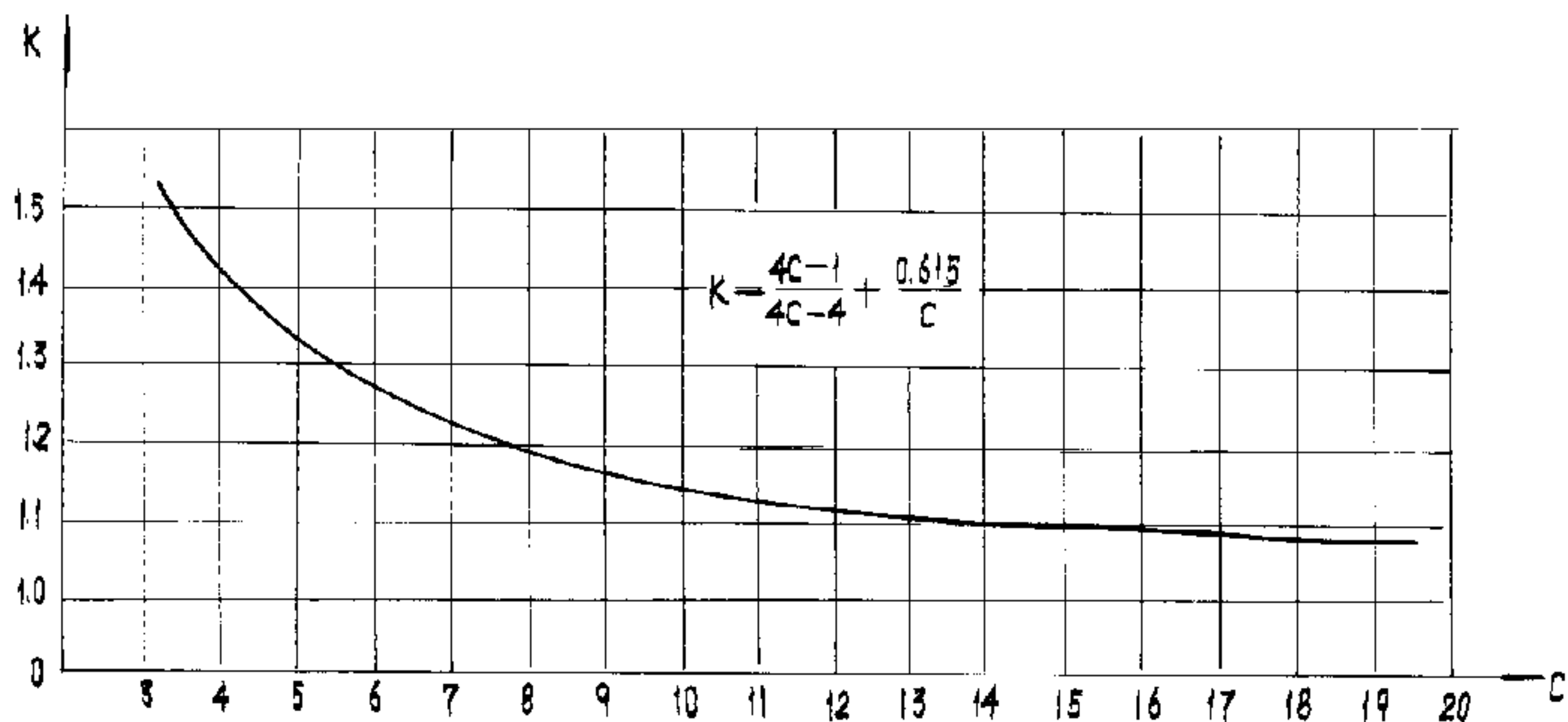


图 1

4.5 螺旋角  $\alpha$  超过  $9^\circ$  时的变形量

$$F = \eta \frac{8PD^3\pi}{Gd^4} \quad \text{或} \quad f = \eta \frac{8PD^3}{Gd^4}$$

$$\eta = \cos\alpha + 2 \frac{G}{E} \cdot \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}$$

式中：IIa 组材料  $E = 201000$  MPa；

50CrVA 材料  $E = 196000$  MPa；

65Si2MnWA 材料  $E = 186000$  MPa。

计算  $\alpha = 10^\circ \sim 20^\circ$  的  $\eta$  值见表 7。

表 7

螺旋角 $\alpha$	IIa 组	50CrVA	65Si2MnWA
10°	1.009	1.009	1.009
11°	1.011	1.012	1.011
12°	1.014	1.014	1.014
13°	1.016	1.016	1.016
14°	1.019	1.019	1.019
15°	1.021	1.022	1.021
16°	1.024	1.025	1.024
17°	1.028	1.029	1.028
18°	1.031	1.032	1.031
19°	1.035	1.036	1.035
20°	1.039	1.041	1.039

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/156005150114010134>